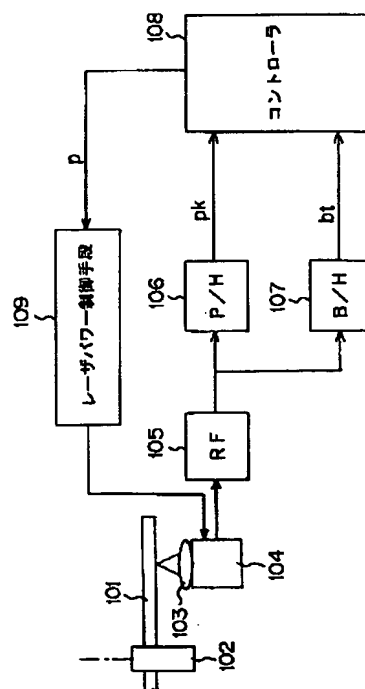


(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)5月21日

C

(74) 代理人 弁理士 樺山 亨 (外1名)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学的情報記録媒体に対して記録パワー P を逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワー P に対応した再生信号振幅 m をモニターし、 P と m の関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法であって、各 P に対してその P で規格化した P の変化量に対する、その P に対応する m で規格化した m の変化量 g a m m a を g a m m a = $(\Delta m / m) / (\Delta P / P)$ なる式で計算し、得られた P と g a m m a の複数の組み合わせから g a m m a を P の連続関数として関数近似し、この連続関数が所定値となる P の根に応じた値を最適記録パワーとすることを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の光学的情報記録再生方法において、前記 m 、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となる m と P の組み合わせを、前記関数近似の対象から除くことを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【請求項 3】 光学的情報記録媒体に対して記録パワー P を逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワー P に対応した再生信号振幅 m をモニターし、 P と m の関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法であって、各 P と測定した m の複数の組み合わせから、 m を P の連続関数 $m(P)$ として関数近似し、次の (1) 式

$$(dm/dP) * (P/m) = \text{所定値} \cdots (1)$$

ただし、 dm/dP は $m(P)$ を P で微分した関数を満たす根 P_{target} に応じた値を最適記録パワーとすることを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【請求項 4】 請求項 3 記載の光学的情報記録再生方法において、前記 $m(P)$ は m の 2 次式として関数近似することを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【請求項 5】 請求項 4 記載の光学的情報記録再生方法において、前記 2 次式を $a * P^2 + b * P + c$ とし、該 2 次式 $a * P^2 + b * P + c$ の係数 a 、 b 、 c と前記所定値から、前記 (1) 式の根を計算し、この根に応じた値を最適記録パワーとすることを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【請求項 6】 請求項 3、4 または 5 記載の光学的情報記録再生方法において、前記 m 、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となる m と P の組み合わせを、前記関数近似の対象から除くことを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【請求項 7】 請求項 1 から 6 までのいずれかに記載の光学的情報記録再生方法において、前記根が複数あってあ

らかじめ定められた P の範囲にひとつだけ入っているとき、そのひとつの根に応じた値を最適記録パワーとし、前記根がひとつも前記範囲に入っていないか、前記根が前記範囲に複数入っているときは、どの根に応じた値も最適記録パワーとして採用しないことを特徴とする光学的情報記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光学的情報記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 特開平 9-138946 号公報には、光学的情報記録再生方法が記載されている。この光学的情報記録再生方法は、記録信号振幅 m や記録パワー P のオフセットの影響により最適記録パワーを設定できないという課題を解決しようとするものである。この光学的情報記録再生方法は、光学的情報記録媒体に対して記録パワー P を逐次変化させながらパターンをテスト記録し、これを再生して記録パワー P に対応した記録信号振幅 m をモニターし、規格化された傾斜 $g(P)$ を $g(P) = (\Delta m / m) / (\Delta P / P)$ に従って求め、若しくは $h(P) = (\Delta m / m) / \Delta P$ に従って $h(P)$ を求め、 $g(P)$ 若しくは $h(P)$ に基づいて記録パワーの過不足を評価することにより最適記録パワーを決定して設定する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記特開平 9-138946 号公報には、上記光学的情報記録再生方法において、記録パワーに対応した再生信号振幅 m の規格化傾斜 $g(P)$ に基づいて最適記録パワーを決定する具体的な手法については言及していない。この具体的な手法は、一例として、 $g(P)$ が光学的情報記録媒体としての光ディスクの固有の所定値 G_t に等しくなる記録パワーを探し、 P_t に基づいて最適記録パワーを決定することになる。

【0004】 しかし、具体的には、例えば記録パワーを光ディスク上の場所を変えて 10 通り変化させてパターンを記録し、それらの場所からの再生信号の振幅に対してそれぞれ $g(P)$ を計算しても、たかだか 10 個のデータが得られるだけであり、これらから P_t を検索するのは困難である。また、光ディスクの記録感度ばらつき、欠陥、ゴミ、キズや、再生信号測定のばらつき、等により、10 個の $g(P)$ データはばらつくことが予想される。 $g(P)$ は単調性 (単調減少または単調増加) が保証されるかどうか不明である。したがって、上記光学的情報記録再生方法では、信頼性のある最適記録パワーを得ることができないことがあり、不都合である。

【0005】 本発明は、様々な原因により再生信号振幅の測定値にばらつきがあっても正確な最適記録パワーを決定することができる光学的情報記録再生方法を提供す

ることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に係る発明は、光学的情報記録媒体に対して記録パワーPを逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワーPに対応した再生信号振幅mをモニターし、Pとmの関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法であって、各Pに対してそのPで規格化したPの変化量に対する、そのPに対応するmで規格化したmの変化量 γ を

$$\gamma = (\Delta m / m) / (\Delta P / P)$$

なる式で計算し、得られたPと γ の複数の組み合わせから γ をPの連続関数として関数近似し、この連続関数が所定値となるPの根に応じた値を最適記録パワーとすることを特徴とする。

【0007】請求項2に係る発明は、請求項1記載の光学的情報記録再生方法において、前記m、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となるmとPの組み合わせを、前記関数近似の対象から除くことを特徴とする。

【0008】請求項3に係る発明は、光学的情報記録媒体に対して記録パワーPを逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワーPに対応した再生信号振幅mをモニターし、Pとmの関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法であって、各Pと測定したmの複数の組み合わせから、mをPの連続関数m(P)として関数近似し、次の(1)式

$$(dm/dP) * (P/m) = \text{所定値} \cdots (1)$$

ただし、 dm/dP はm(P)をPで微分した関数を満たす根Ptargetに応じた値を最適記録パワーとすることを特徴とする。

【0009】請求項4に係る発明は、請求項3記載の光学的情報記録再生方法において、前記m(P)はmの2次式として関数近似することを特徴とする。

【0010】請求項5に係る発明は、請求項4記載の光学的情報記録再生方法において、前記2次式を $a * P^2 + b * P + c$ とし、該2次式 $a * P^2 + b * P + c$ の係数a、b、cと前記所定値から、前記(1)式の根を計算し、この根に応じた値を最適記録パワーとすることを特徴とする。

【0011】請求項6に係る発明は、請求項3、4または5記載の光学的情報記録再生方法において、前記m、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となるmとPの組み合わせを、前記関数近似の対象から除

くことを特徴とする。

【0012】請求項7に係る発明は、請求項1から6までのいずれかに記載の光学的情報記録再生方法において、前記根が複数あってあらかじめ定められたPの範囲にひとつだけ入っているとき、そのひとつの根に応じた値を最適記録パワーとし、前記根がひとつも前記範囲に入っていないか、前記根が前記範囲に複数入っているときは、どの根に応じた値も最適記録パワーとして採用しないことを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は本発明を適用した光学的情報記録再生装置の第1の実施形態を示す。この第1の実施形態は請求項1、2、6、7に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態である。図1において、101は光学的情報記録媒体としての光ディスクである。この光ディスク101は回転駆動手段としての回転モータ102により回転駆動され、光ピックアップ104内の図示しない光源、例えばレーザ光源から出射された光ビームが対物レンズ103により光ディスク101の記録面に集光されることで光ディスク101の記録面に対するデータの記録、再生が行われる。

【0014】109は上記レーザ光源のパワーを制御手段としてのコントローラ108からのパワー指令pにより制御するレーザパワー制御手段からなる光源制御手段である。このレーザパワー制御手段109はコントローラ108からのパワー指令pに対応するパワー（供給電力）で上記レーザ光源を駆動して図示しないデータ変調手段からのパルス信号により記録データに応じて上記レーザ光源を変調する。

【0015】光ピックアップ104は、レーザ光源から出射された光ビームを対物レンズ103により光ディスク101の記録面に集光し、光ディスク101の記録面からの反射光を受光部で受光して光電変換することにより、光ディスク101の記録面からの反射光に応じたデータ信号を得る。このデータ信号は、RF検出回路105により増幅されてピークレベル検出手段としてのピーク検出回路(P/H)106により、その上側のピークレベルが検出される。

【0016】また、RF検出回路105からのデータ信号はその下側のピークレベル（ボトムレベル）がボトムレベル検出手段としてのボトム検出回路(B/H)107により検出され、ピーク検出回路106の出力信号pk及びボトム検出回路107の出力信号btがコントローラ108に入力される。コントローラ108は、一般的なマイクロコンピュータであり、CPU、プログラムROM、データRAM、A/D変換器、D/A変換器などからなる。コントローラ108は、ピーク検出回路106の出力信号pk及びボトム検出回路107の出力信号btをA/D変換器でA/D変換して取り込み、パワー指令pをD/A変換器でD/A変換してレーザパワー

10

20

30

40

50

制御手段109へ出力する。

【0017】図2は本実施形態のアルゴリズムを示す。以後、演算子表記には以下の記号を使うことがある。

【0018】*：乗算

/：除算

\sqrt{x} ：xの平方根

ステップ201でコントローラ108がレーザパワー制御手段109へのパワー指令pを逐次変化させながら、レーザパワー制御手段109がデータ変調手段からのパルス信号によりレーザ光源を未記録部と記録部とからなるパターンのデータに応じて変調して光ピックアップ104により光ディスク101上の所定の領域に未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録させる。その所定の領域はパワー校正エリア(PCA: Power Calibration Area)と呼ぶことができる。

【0019】この場合、コントローラ108がパワー指令pによりレーザ光源のパワー(記録パワー)Pを例えば4mWから11mWまで0.5mWずつ変化させて光ディスク101上の所定の領域にデータを15回記録させる。しかし、このレーザ光源のパワーPの範囲や、きざみ、あるいは光ディスク101上のどの領域にデータを記録させるか、等は設計上の選択事項である。

【0020】次に、ステップ202で、光ピックアップ104が光ディスク101上にステップ201でデータを記録させた領域からデータを再生し、光ピックアップ104からのデータ信号がRF検出回路105により増幅されてピーク検出回路106及びボトム検出回路107によりピークレベルpk及びボトムレベルbtがそれぞれ検出される。この記録パワーP対ピークレベルpk及びボトムレベルbtの関係は例えば図3に示す表のようになる。

【0021】図3の表において、Pは0.1mW単位(すなわち、40で4.0mW)に相当するが、この単位換算は設計上の事項である。また、pk、btは無単位であるが、これも設計上の事項であり、例えば0.01V単位などとしてもよい。iはインデックスである。図3に示す記録パワーP(Power)対ピークレベルpk及びボトムレベルbtの関係をプロットすると、図4に示すようになる。

【0022】次に、ステップ203は請求項2、6に係る発明を反映する。ここでは、コントローラ108は、図3の表において、ピーク検出回路106からのpkについて所定値より低いデータを排除して所定値以上のものを選択し、ピーク検出回路106からのpk及びボトム検出回路107からのbtの各組み合わせ(データ信号が同じでiが同じであるもの同士)からそれぞれ($p * k - b * t$) / $p * k$ を求めてこれらの($p * k - b * t$) / $p * k$ について所定値より低いデータを排除して所定値以上のものを選択する。

【0023】例えば、pkに対する所定値を100のしきい値とすると、図3の表ではi=8のデータが排除される。これは、光ディスク101上に欠陥やキズ等があるため、その場所の再生データレベルが不安定であるデータを排除して、後の計算や判定の信頼性を上げる効果がある。また、($p * k - b * t$) / $p * k$ は変調度mという。

再生データ振幅を評価するのに、光ディスク101の反射率そのものの影響は除きたいから、再生データ振幅($p * k - b * t$)を再生データのピークレベルpkで規格化したものがmであり、以後再生データ振幅はmで評価する。異常値(i=8のデータ)を排除して変調度を計算した結果は図5の表に示すようになる。ここで、データ個数Nは14となる。

【0024】次に、ステップ204で、コントローラ108は、図5の表から記録パワーPに対応したmの規格化傾斜 $\gamma = (\Delta m / \Delta p) * (p / m)$ を計算する。実際的には、コントローラ108は、i番目の γ を(i-1)番目のmと(i+1)番目のmから傾斜を求め、i番目で規格化する。これはi番目のデータに対して対称にした方が正確な計算ができるためである。

【0025】その式としては $\gamma(i) = (m(i+1) - m(i-1)) / (p(i+1) - p(i-1)) * p(i) / m(i)$ となり、この計算をコントローラ108で行う。ここで、0番目とN番目の γ は上式では計算できないので捨て、データ個数Nは12となる。データは図6に示す表のようになる。

【0026】次に、ステップ205で、コントローラ108は、関数近似データとして、P(i)をx(i)とし、 $\gamma - G_t$ (ただし G_t は γ の目標となる所定値)をy(i)とすることで、P(i)と γ と G_t から連続関数を近似する。 $\gamma = G_t$ となるP(i)を求めたいので、 $\gamma - G_t = 0$ となるP(i)を求めるため、 $\gamma - G_t$ を関数近似する。

【0027】次に、ステップ206で、コントローラ108は、x(i)、y(i)(データ個数12個)から2次回帰計算によりyをxの2次式 $y = a * x^2 + b * x + c$ として近似し、その係数a、b、cを求める。ここに、 $a * x^2 + b * x + c = 0$ が、求めるPである。

【0028】次に、ステップ207で、コントローラ108は、上記2次式 $y = a * x^2 + b * x + c$ の根Pp、Pmを

$$P_p = -b + \sqrt{b^2 - 4 * a * c} / (2 * a)$$

$$P_m = -b - \sqrt{b^2 - 4 * a * c} / (2 * a)$$

なる式で計算する。2次式の根は2つである。

【0029】次に、ステップ208で、コントローラ1

08は、2つの根Pp、Pmのうち、正しい方を求めてこれをPt (gamma=Gtとなる記録パワーP)を採用する。ここでは、コントローラ108は、あらかじめ定めたパワー範囲R1~R2の間にPp、Pmのどちらか一方だけが入っているときにはその一方をPtとして採用し、R1~R2の間にPp、Pmの両方が入っている時、及びR1~R2の間にPp、Pmの両方が入っていない時にはエラー(求めるパワーが存在しなかった)とする。これは請求項7に係る発明に対応する。

【0030】上記エラーは、光ディスク101が不正な光ディスクであったり、何らかのハードウェア不良が発生したり、光ディスク101上のPCAに大きなキズなどがあってパターンを光ディスク101上のPCAに正しく記録できなかつたりする等により発生する。このような場合は、ステップ201からリトライするか、あるいは記録パワーとして固定パワーを採用するか、光ディスク101を不良として排出するか、様々な対策が考えられる。いずれにせよ、ステップ208の判断により、不正な記録パワーが採用されず、良好な記録や、レーザ光源の保護、光ディスク101記録膜の保護など多くの効果がある。

【0031】図7は、この実施形態において、gamma=Gt=1.3としたときに、これに相当するパワーP0の求まる様子を示す。gammaの測定値プロットはかなりばらつきがあり、そのままでは正しいパワーP0が求まらない。gammaを2次近似した曲線(a)により、gamma=Gt=1.3となるパワーをP0とすることで、パワーのばらつきが抑えられる。

【0032】この第1の実施形態は、請求項1に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、光学的情報記録媒体としての光ディスク101に対して記録パワーPを逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワーPに対応した再生信号振幅mをモニターし、Pとmの関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生装置において、各Pに対してそのPで規格化したPの変化量に対する、そのPに対応するmで規格化したmの変化量gammaを

$$\gamma = (\Delta m / m) / (\Delta P / P)$$
なる式で計算し、得られたPとgammaの複数の組み合わせからgammaをPの連続関数として関数近似し、この連続関数が所定値となるPの根に応じた値を最適記録パワーとするので、光ディスクの記録感度ばらつき、欠陥、ゴミや、再生信号測定ばらつき、等により再生信号振幅の測定データがばらつくても、正確な最適記

*録パワーが得られる。また、関数近似により、少ない個数のデータで最適記録パワーを決定することができ、テスト記録時間及び再生信号振幅の評価時間を短縮することができる。

【0033】また、この第1の実施形態は、請求項2に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、請求項1記載の光学的情報記録再生方法を適用した光学的情報記録再生装置において、前記m、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となるmとPの組み合わせを、前記関数近似の対象から除くので、光ディスク上の欠陥やゴミ、キズ等がある、その場所に記録したテスト信号の再生信号に信頼性が欠けていても、そのデータを排除して計算することができ、より正確に最適記録パワーを得ることができる。

【0034】次に、本発明を適用した光学的情報記録再生装置の第2の実施形態を説明する。この第2の実施形態は請求項3~7に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態である。この第2の実施形態の背景は、図7に示すように、規格化傾斜gammaが、再生データ振幅mの測定ばらつきや、光ディスク101上の記録感度ばらつきによる再生信号振幅ばらつき、などの影響を増幅する傾向にあることである。

【0035】これは、gammaという量が、再生信号振幅mを記録パワーPで微分した量を基本とするため、どうしてもノイズを増幅しがちであることに起因する。図7を見ても、mのばらつきに比べて、gammaのばらつきの方がかなり大きいことがわかる。このようなgammaを元にして最適記録パワーを決定したのでは、いかに関数近似をしても最適記録パワーのばらつきを抑えられない懸念がある。そこで、gammaでなくmの方を関数近似するのが第2の実施形態である。

【0036】第2の実施形態では、上記第1の実施形態において、図2に示すアルゴリズムの代りに図8に示すアルゴリズムが実行される。ステップ701~703は上記ステップ201~203と同じである。ステップ704では、コントローラ108は、関数近似対象となる、x(i)をP(i)とし、y(i)をm(i)とすることで、P(i)とm(i)から連続関数を近似する。図5によれば、データ個数は14個である。

【0037】次に、ステップ705で、コントローラ108は、x(i)、y(i)から2次回帰計算によりyをxの2次式 $y = a * x^2 + b * x + c$ として近似し、その係数a、b、cを求める。次に、ステップ706で、コントローラ108は、

$$\begin{aligned} P_p &= (-b * (G_t - 1) + \sqrt{b^2 * (G_t - 1)^2 - 4 * a * (G_t - 2) * c * G_t}) / 2 * a * (G_t - 2) \dots (1a) \\ P_m &= (-b * (G_t - 1) - \sqrt{b^2 * (G_t - 1)^2 - 4 * a * (G_t - 2) * c * G_t}) / 2 * a * (G_t - 2) \dots (1b) \end{aligned}$$

なる式を計算する。この式の論理的背景に関しては後述するが、この P_p 、 P_m のどちらかが、求めるパワー P_t 、すなわち $\gamma = G_t$ となるパワーである。

【0038】次に、ステップ707で、ステップ208と同様に、コントローラ108は、2つの根 P_p 、 P_m のうち、正しい方($\gamma = G_t$ となる記録パワー P)を求めてこれを P_t として採用する。ここでは、コントローラ108は、あらかじめ定めたパワー範囲 $R_1 \sim R_2$ の間に P_p 、 P_m のどちらか一方だけが入っているときにはその一方を P_t として採用し、 $R_1 \sim R_2$ の間に P_p 、 P_m の両方が入っている時、及び $R_1 \sim R_2$ の間に P_p 、 P_m の両方が入っていない時にはエラー(求めるパワーが存在しなかった)とする。これは請求*

$$\gamma = (2 * a * P + b) * (P / (a * P^2 + b * P + c)) = G_t \cdot \dots (2)$$

となる。

【0040】式(2)をさらに計算すると、 $a * (G_t - 2) * P^2 + b * (G_t - 1) * P + c * G_t = 0$

が得られる。この式の根が式(1a)(1b)となる。言い換えれば、式(1a)(1b)は、再生信号振幅 m を記録パワー P の2次式として関数近似し、この式から m の規格化傾斜 $\gamma = (dm/dP) * (P/m)$ が所定値 G_t に等しくなるパワー P を求める式である。

【0041】この第2の実施形態のアルゴリズムは、規格化傾斜 γ を直接に計算せず、振幅 m の方を関数近似した係数だけから目標パワー P_t を求めるため、 γ を計算したときに生ずるばらつきを小さく抑えられる。図9は、第2の実施形態のように $m(P)$ を2次近似した係数 a 、 b 、 c を使って、式(2)による γ をプロットした曲線(b)を示す。図9において、曲線(c)はプロットした m を2次近似したものの、(a)は第1の実施形態と同じで、 m から直線に求めた γ を2次近似したものを示す。

【0042】 γ の目標値 G_t を1.3としたとき、式(1a)(1b)から計算されるパワー P_t (P_m または P_p)は、 P_{0b} となり、第1の実施形態で計算される P_{0a} とは異なる値になる。これは、曲線

(a)が γ のプロットから近似したもので、 γ のばらつきを反映してしまっているのに比べ、曲線(b)が m のプロットから近似したものの(曲線(c))から γ を計算しているの、ばらつきの影響が小さくなっているためである。

【0043】この第2の実施形態は、請求項3に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、光学的情報記録媒体としての光ディスク101に対して記録パワー P を逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワー P に対応し

* 項7に係る発明に対応する。

【0039】ここで、上式(1a)(1b)が成立する理論的背景を記す。求めたいのは、規格化傾斜 $\gamma = (dm/dP) * (P/m)$ が $\gamma = G_t$ (G_t は光ディスク101固有の所定値)となるパワー P_t である。そこで、 $\gamma = (dm/dP) * (P/m) = G_t$ を、 m が P の2次式

$$m = a * P^2 + b * P + c$$

であるとして解析的に計算する。 dm/dP は P の微分であるので、

$$dm/dP = 2 * a * P + b$$

である。したがって、

た再生信号振幅 m をモニターし、 P と m の関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法を適用した光学的情報記録再生装置であって、各 P と測定した m の複数の組み合わせから、 m を P の連続関数 $m(P)$ として関数近似し、次の(1)式

$$(dm/dP) * (P/m) = \text{所定値} \dots (1)$$

ただし、 dm/dP は $m(P)$ を P で微分した関数を満たす根 P_{target} (P_m 、 P_p のいずれか一方)に応じた値を最適記録パワーとするので、 m をまず関数近似した結果から P_{target} を求めることになり、測定した m に対して規格化傾斜を求める場合のように測定ばらつきが増幅されてしまうことがなく、再生信号振幅の測定ばらつきに対してより正確に最適記録パワーを得ることができる。

【0044】また、第2の実施形態は、請求項4に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、請求項3記載の光学的情報記録再生方法を適用した光学的情報記録再生装置において、前記 $m(P)$ は m の2次式として関数近似するので、計算が簡単であり、低コストにできる。また、計算時間も早いので、テスト、再生信号振幅の評価時間を短縮できる。

【0045】また、第2の実施形態は、請求項5に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、請求項4記載の光学的情報記録再生方法を適用した光学的情報記録再生装置において、前記2次式を $a * P^2 + b * P + c$ とし、該2次式 $a * P^2 + b * P + c$ の係数 a 、 b 、 c と前記所定値から、前記(1)式の根を計算し、この根に応じた値を最適記録パワーとするので、規格化傾斜 γ 自体を計算することなく、直接に最適記録パワーを計算でき、処理が単純になり、低コストにでき、処理時間も早くなる。

【0046】また、第2の実施形態は、請求項6に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、請求項3、4または5記載の光学的情報記録再生方法を適用した光学的情報記録再生装置において、前記

m、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となるmとPの組み合わせを、前記関数近似の対象から除くので、光ディスク上の欠陥やゴミ、キズ等がある、その場所に記録したテスト信号の再生信号に信頼性が欠けていても、そのデータを排除して計算することになり、より正確に最適記録パワーを得ることができる。

【0047】また、第1の実施形態及び第2の実施形態は、請求項7に係る発明を適用した光学的情報記録再生装置の実施形態であって、請求項1から6までのいずれかに記載の光学的情報記録再生方法を適用した光学的情報記録再生装置において、前記根が複数あってあらかじめ定められたPの範囲にひとつだけ入っているとき、そのひとつの根に応じた値を最適記録パワーとし、前記根がひとつも前記範囲に入っていないか、前記根が前記範囲に複数入っているときは、どの根に応じた値も最適記録パワーとして採用しないので、不正な光ディスクや、何らかのハードウェア不良、PCAエリアに大きなキズなどがある、正しく記録できなかった、等の予期できない不具合があっても、不正な記録パワーを採用せず、良好な記録や、レーザ光源の保護、光ディスク記録膜の保護など多くの効果がある。

【0048】次に、上記図2のステップ201、201、203、204の具体的な処理を説明する。図10はステップ201の処理例で、P(i) (i=0...14) に記録パワー値として図3のPが入っているとすれば、コントローラ108がレーザパワー制御手段109へのパワー指令pを逐次変化させてPを0番から14番まで逐次変えながら、レーザパワー制御手段109がデータ変調手段からのパルス信号によりレーザ光源を未記録部と記録部とからなるパターンのデータに応じて変調して光ピックアップ104により光ディスク101上の異なる場所sector(i)に未記録部と記録部とからなるパターンを書き込む。

【0049】図11はステップ202の処理例であり、ステップ201でコントローラ108が光ディスク101上のパターンを書き込んだ場所sector(i)を順次に探索(Seek)して光ピックアップ104によりパターンを再生し、それぞれの場所からの再生信号のピークデータpkとボトムデータbtをピーク検出回路106及びボトム検出回路107により測定し、これをコントローラ108がpk(i)、bt(i)としてメモリに格納する。これが図3の表となる。

【0050】図12はステップ203の処理例である。コントローラ108は、図3の表を参照し、0番目から14番目までのデータに対して、振幅amp(i)=pk(i)-bt(i)とし、pk(i)が所定値const1より大きく、かつ変調度m=amp/pkが所定値const2より大きいときのみ、mとpの組み合わせを採用する。言い換えると、そうでないデータを排除

する。jは、採用したデータの表における順番を0から順に詰めるインデックスである。この結果、図5の表ができる。

【0051】図13はステップ204の処理例であり、コントローラ108は図5の表の0番目(先頭)とN番目(最後)を除き、規格化傾斜を計算する。この結果、図6の表ができる。なお、上記実施形態において、図3の表などの数値例、Gtなど各種所定値、具体的な計算式、等は、上記のものに限定されるものではなく、各請求項に係る発明の範囲内で様々な変形が可能である。

【0052】上記第1の実施形態及び第2の実施形態で求めたパワーPtは、そのまま最適記録パワーとして用いるのではなく、Ptに光ディスク固有の定数ρを乗じて、Pt*ρを最適記録パワーとするのが好ましい場合がある。このように、Ptからさらに演算等により最適記録パワーを修正するのは、装置設計上の選択事項である。本発明の範囲はPtに応じた値を最適記録パワーとすることにある。

【0053】

【発明の効果】以上のように請求項1に係る発明によれば、光学的情報記録媒体に対して記録パワーPを逐次変化させながら未記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワーPに対応した再生信号振幅mをモニターし、Pとmの関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法であって、各Pに対してそのPで規格化したPの変化量に対する、そのPに対応するmで規格化したmの変化量gammaを

$$\text{gamma} = (\Delta m / m) / (\Delta P / P)$$

なる式で計算し、得られたPとgammaの複数の組み合わせからgammaをPの連続関数として関数近似し、この連続関数が所定値となるPの根に応じた値を最適記録パワーとするので、光ディスクの記録感度ばらつき、欠陥、ゴミや、再生信号測定ばらつき、等により再生信号振幅の測定データがばらついても、正確な最適記録パワーが得られる。また、関数近似により、少ない個数のデータで最適記録パワーを決定することができ、テスト記録時間及び再生信号振幅の評価時間を短縮することができる。

【0054】請求項2に係る発明によれば、請求項1記載の光学的情報記録再生方法において、前記m、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となるmとPの組み合わせを、前記関数近似の対象から除くので、光ディスク上の欠陥やゴミ、キズ等がある、その場所に記録したテスト信号の再生信号に信頼性が欠けていても、そのデータを排除して計算することができ、より正確に最適記録パワーを得ることができる。

【0055】請求項3に係る発明によれば、光学的情報記録媒体に対して記録パワーPを逐次変化させながら未

記録部と記録部とからなるパターンをテスト記録し、このテスト記録したパターンから情報を再生して記録パワーPに対応した再生信号振幅mをモニターし、Pとmの関係から最適記録パワーを設定する光学的情報記録再生方法であって、各Pと測定したmの複数の組み合わせから、mをPの連続関数 $m(P)$ として関数近似し、次の(1)式

$$(dm/dP) * (P/m) = \text{所定値} \cdots (1)$$

ただし、 dm/dP は $m(P)$ をPで微分した関数を満たす根 P_{target} に応じた値を最適記録パワーとするので、mをまず関数近似した結果から P_{target} を求めることになり、測定したmに対して規格化傾斜を求める場合のように測定ばらつきが増幅されてしまうことがなく、再生信号振幅の測定ばらつきに対してより正確に最適記録パワーを得ることができる。

【0056】請求項4に係る発明によれば、請求項3記載の光学的情報記録再生方法において、前記 $m(P)$ はmの2次式として関数近似するので、計算が簡単であり、低コストにできる。また、計算時間も早いので、テスト、再生信号振幅の評価時間を短縮できる。

【0057】請求項5に係る発明によれば、請求項4記載の光学的情報記録再生方法において、前記2次式を $a * P^2 + b * P + c$ とし、該2次式 $a * P^2 + b * P + c$ の係数a、b、cと前記所定値から、前記(1)式の根を計算し、この根に応じた値を最適記録パワーとするので、規格化傾斜 γ 自体を計算することなく、直接に最適記録パワーを計算でき、処理が単純になり、低コストにでき、処理時間も早くなる。

【0058】請求項6に係る発明によれば、請求項3、4または5記載の光学的情報記録再生方法において、前記m、あるいは前記再生信号の前記未記録部に対応する信号レベル、あるいはこれらの両方が、それぞれ所定値以下となるmとPの組み合わせを、前記関数近似の対象から除くので、光ディスク上の欠陥やゴミ、キズ等がある、その場所に記録したテスト信号の再生信号に信頼性が欠けていても、そのデータを排除して計算することになり、より正確に最適記録パワーを得ることができる。

【0059】請求項7に係る発明によれば、請求項1から6までのいずれかに記載の光学的情報記録再生方法において、前記根が複数あってあらかじめ定められたPの範囲にひとつだけ入っているとき、そのひとつの根に応じた値を最適記録パワーとし、前記根がひとつも前記範囲に入っていないか、前記根が前記範囲に複数入ってい

るときは、どの根に応じた値も最適記録パワーとして採用しないので、不正な光ディスクや、何らかのハードウェア不良、PCAエリアに大きなキズなどがあって、正しく記録できなかった、等の予期できない不具合があっても、不正な記録パワーを採用せず、良好な記録や、レーザ光源の保護、光ディスク記録膜の保護など多くの効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した光学的情報記録再生装置の第1の実施形態を示すブロック図である。

【図2】同実施形態のアルゴリズムを示すフローチャートである。

【図3】同実施形態の記録パワー対ピークレベル及びボトムレベルの関係を示す図である。

【図4】同実施形態の記録パワー対ピークレベル及びボトムレベルの関係をプロットした特性図である。

【図5】同実施形態の異常値を排除して変調度を計算した結果を示す図である。

【図6】同実施形態の γ を計算した結果を示す図である。

【図7】同実施形態において、 $\gamma = Gt = 1.3$ としたときに、これに相当するパワーP0の求まる様子を示す図である。

【図8】本発明の第2の実施形態のアルゴリズムを示すフローチャートである。

【図9】同第2の実施形態のmから直線に求めた γ を2次近似した曲線(a)、 γ をプロットした曲線(b)、プロットしたmを2次近似した曲線(c)を示す図である。

【図10】図2のステップ201の処理例を示すフローチャートである。

【図11】図2のステップ202の処理例を示すフローチャートである。

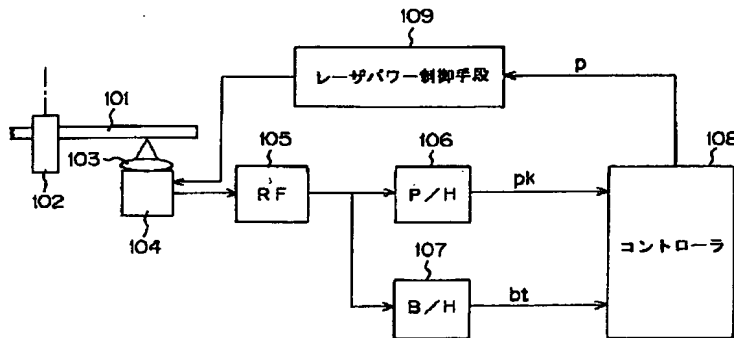
【図12】図2のステップ203の処理例を示すフローチャートである。

【図13】図2のステップ204の処理例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

101	光ディスク
104	光ピックアップ
106	ピーク検出回路
107	ボトム検出回路
108	コントローラ

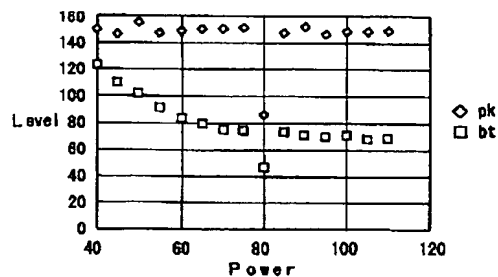
【図 1】



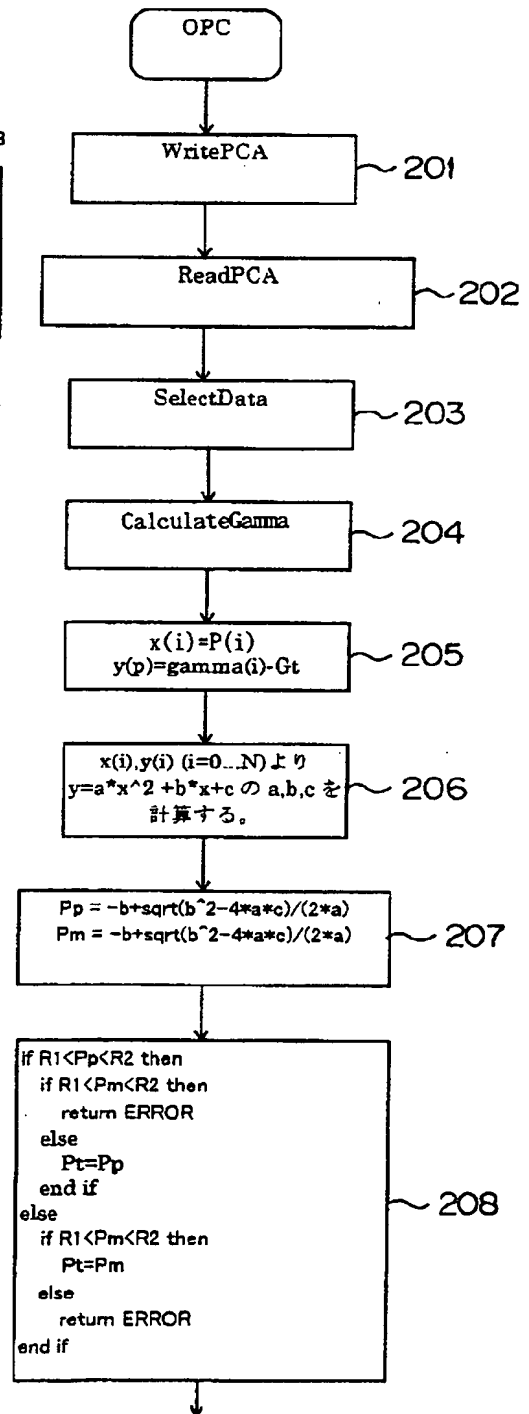
【図 3】

i	P	pk	bt
0	40	150	123
1	45	147	110
2	50	156	102
3	55	148	92
4	80	149	83
5	65	151	79
6	70	151	75
7	75	152	74
8	80	86	48
9	85	148	73
10	90	153	71
11	95	147	70
12	100	149	71
13	105	149	68
14	110	150	69

【図 4】



【図 2】



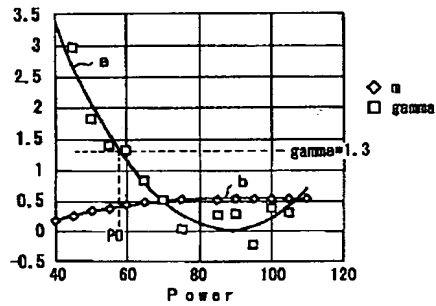
【図 5】

i	P	pk	bt	m
0	40	150	123	0.18
1	45	147	110	0.251701
2	50	156	102	0.348154
3	55	148	92	0.378378
4	60	149	83	0.442953
5	65	151	79	0.476821
6	70	151	75	0.503311
7	75	152	74	0.513158
8	85	148	73	0.506757
9	90	153	71	0.535948
10	95	147	70	0.52381
11	100	149	71	0.52349
12	105	149	68	0.543624
13	110	150	69	0.54

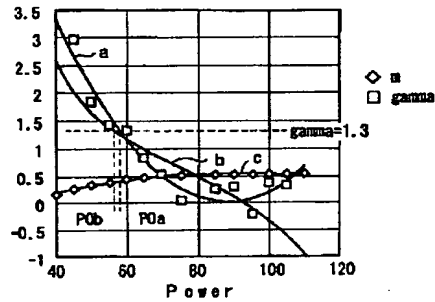
【図 6】

i	P	pk	bt	m	gamma
0	40	150	123	0.18	
1	45	147	110	0.251701	2.970561
2	50	156	102	0.348154	1.829789
3	55	148	92	0.378378	1.407045
4	60	149	83	0.442953	1.333453
5	65	151	79	0.476821	0.8228
6	70	151	75	0.503311	0.505367
7	75	152	74	0.513158	0.033572
8	85	148	73	0.506757	0.254841
9	90	153	71	0.535948	0.286362
10	95	147	70	0.52381	-0.22594
11	100	149	71	0.52349	0.37851
12	105	149	68	0.543624	0.318899
13	110	150	69	0.54	

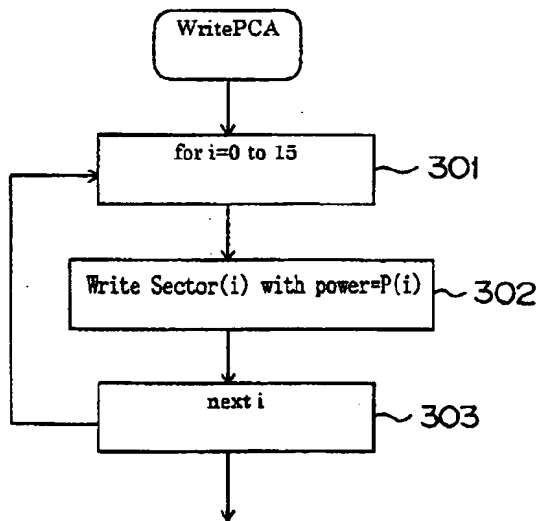
【図 7】



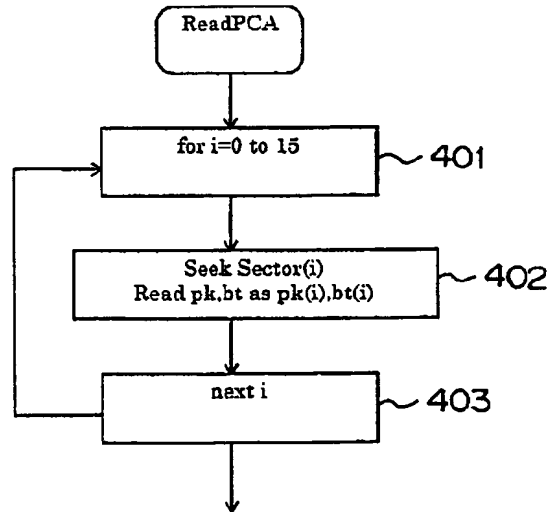
【図 9】



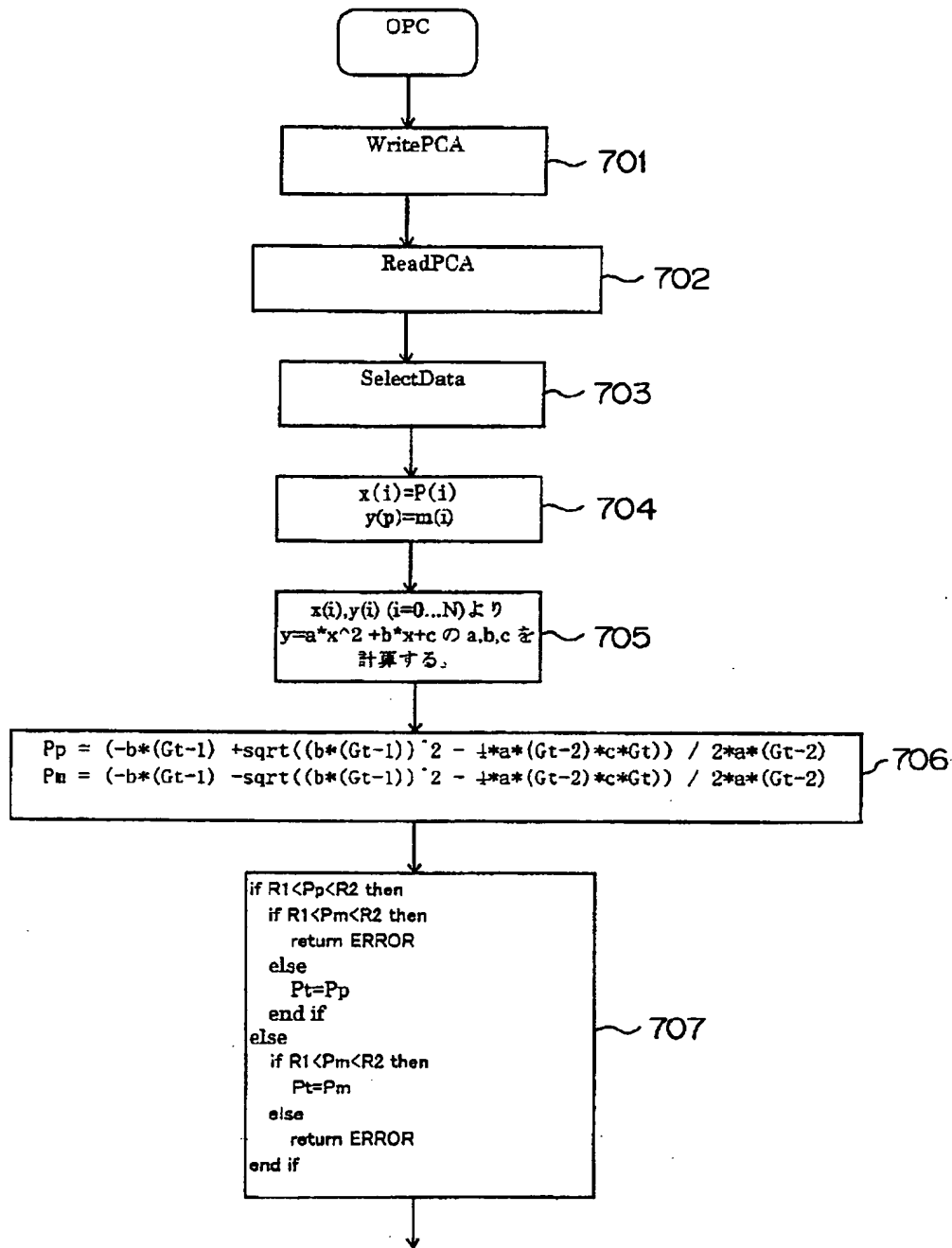
【図 10】



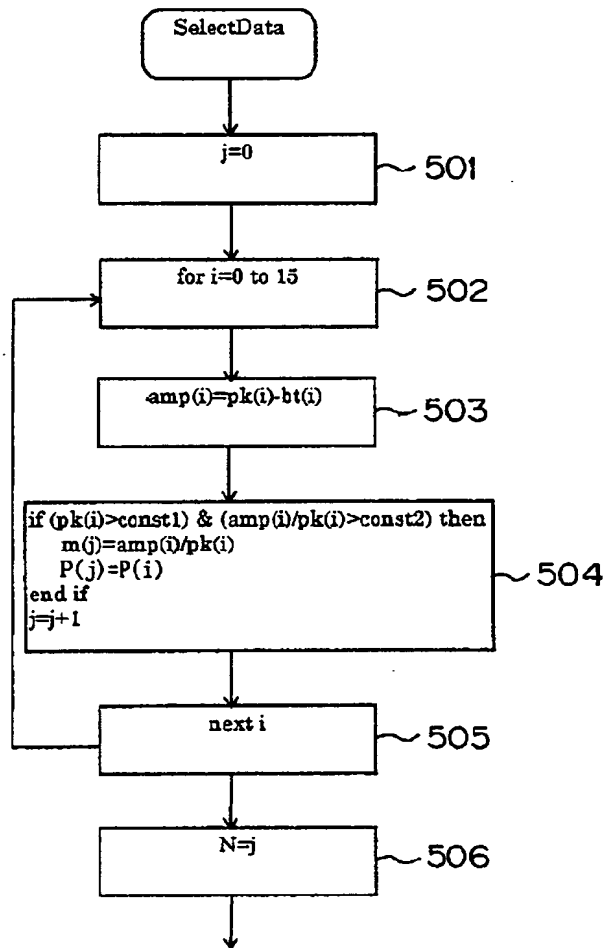
【図 11】



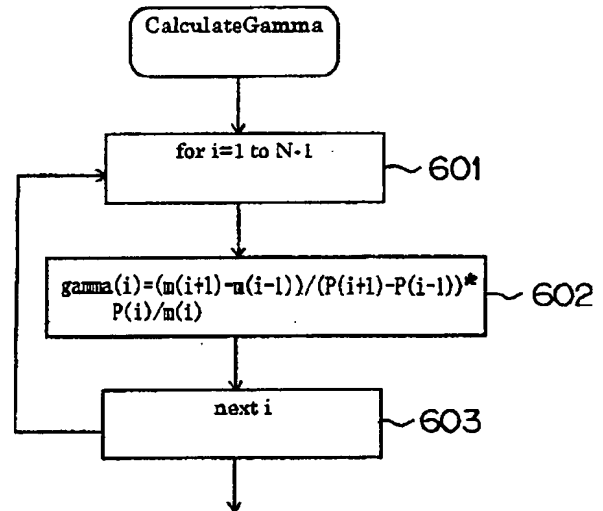
【図8】



【図 1 2】



【図 1 3】



* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

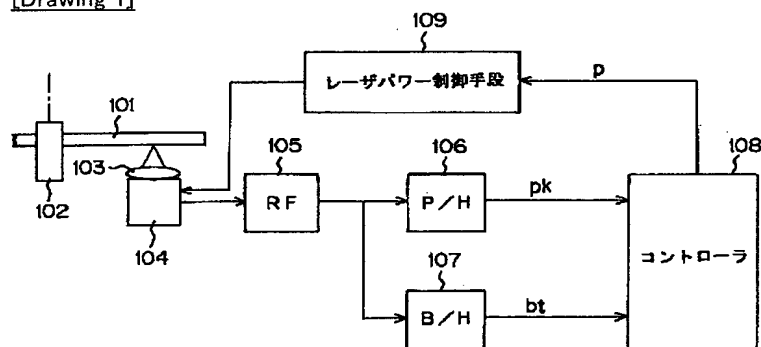
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

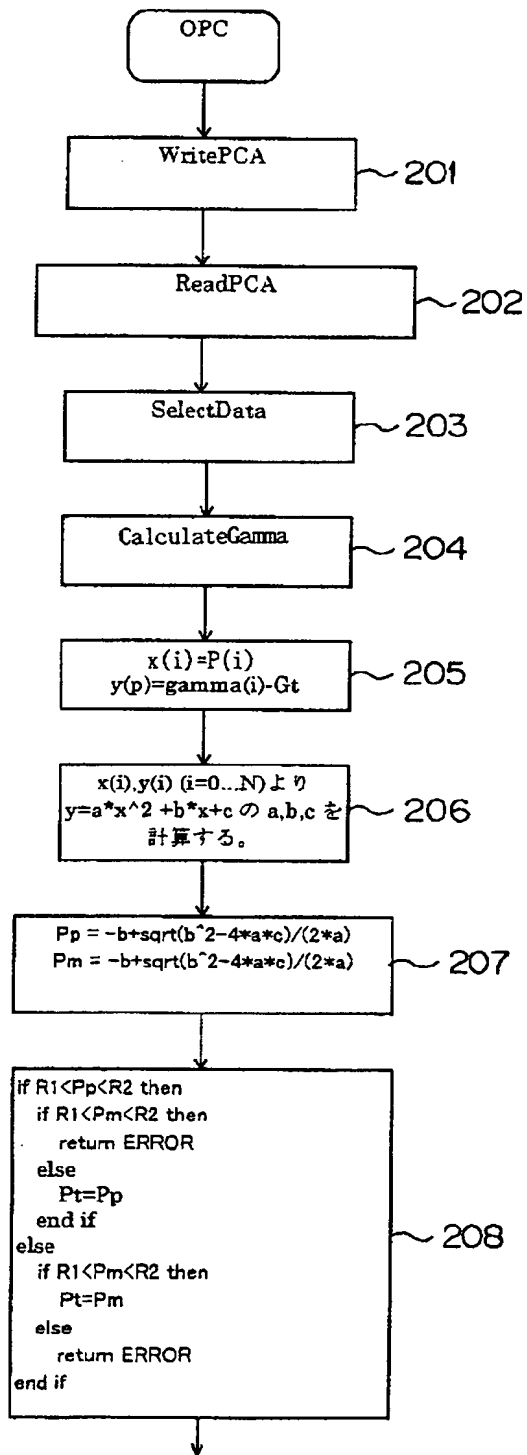
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



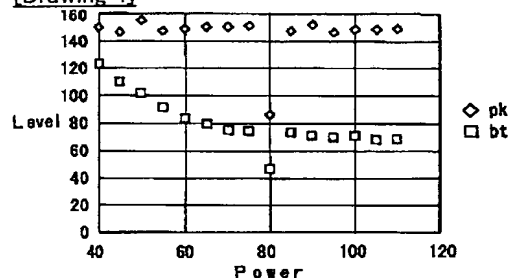
[Drawing 2]



[Drawing 3]

i	P	pk	bt
0	40	150	123
1	45	147	110
2	50	156	102
3	55	148	92
4	60	149	83
5	65	151	79
6	70	151	75
7	75	152	74
8	80	86	46
9	85	148	73
10	90	153	71
11	95	147	70
12	100	149	71
13	105	149	68
14	110	150	69

[Drawing 4]



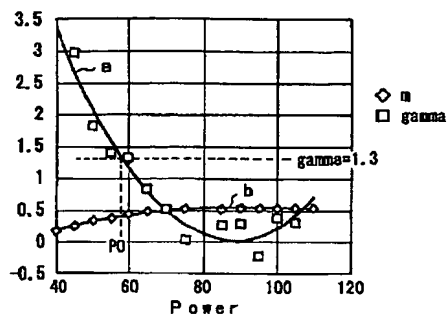
[Drawing 5]

i	P	pk	bt	m
0	40	150	123	0.18
1	45	147	110	0.251701
2	50	156	102	0.346154
3	55	148	92	0.378378
4	60	149	83	0.442953
5	65	151	79	0.476821
6	70	151	75	0.503311
7	75	152	74	0.513158
8	80	86	73	0.506757
9	85	148	71	0.535948
10	90	153	71	0.52381
11	95	147	70	0.52349
12	100	149	68	0.543624
13	110	150	69	0.54

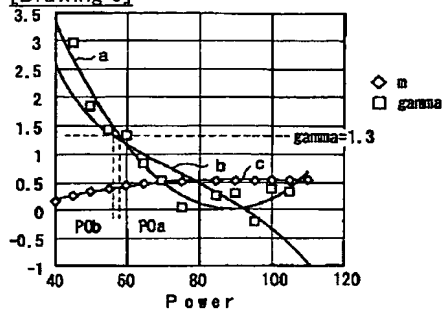
[Drawing 6]

i	P	pk	bt	m	gamma
0	40	150	123	0.18	
1	45	147	110	0.251701	2.970561
2	50	156	102	0.346154	1.829789
3	55	148	92	0.378378	1.407045
4	60	149	83	0.442953	1.333453
5	65	151	79	0.476821	0.8228
6	70	151	75	0.503311	0.505387
7	75	152	74	0.513158	0.033572
8	80	86	73	0.506757	0.254841
9	85	148	71	0.535948	0.286362
10	90	153	71	0.52381	-0.22594
11	95	147	70	0.52349	0.37851
12	100	149	68	0.543624	0.318889
13	110	150	69	0.54	

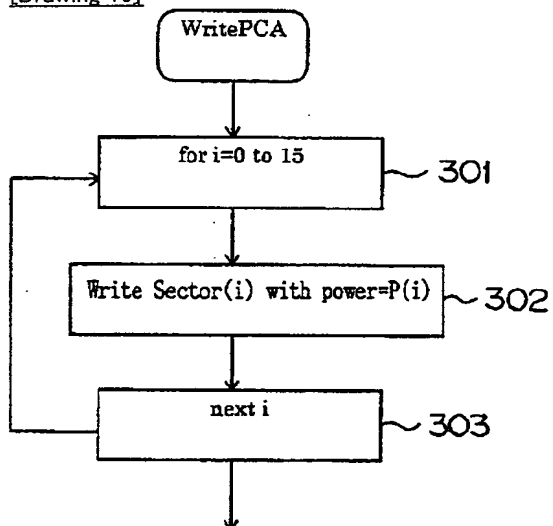
[Drawing 7]



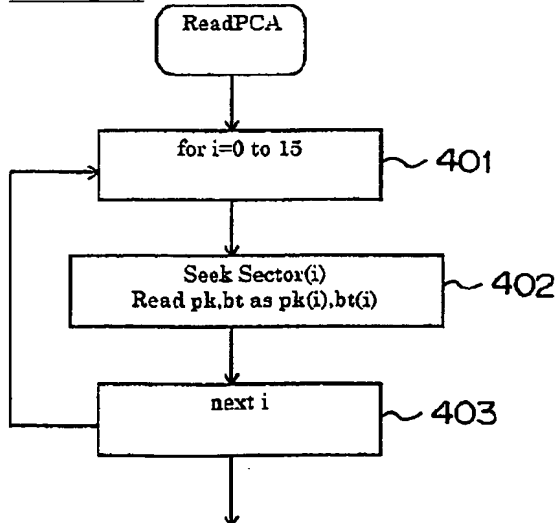
[Drawing 9]



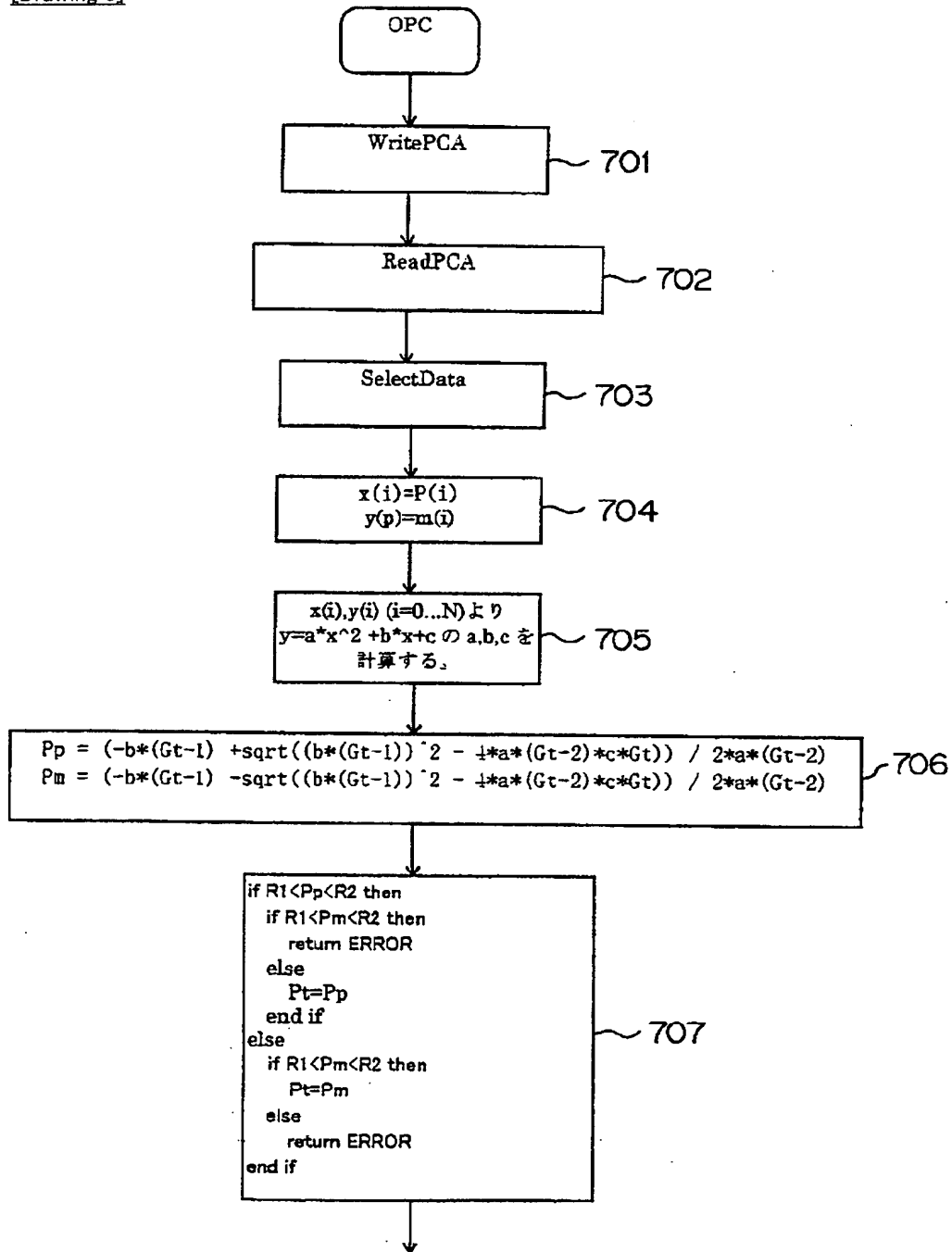
[Drawing 10]



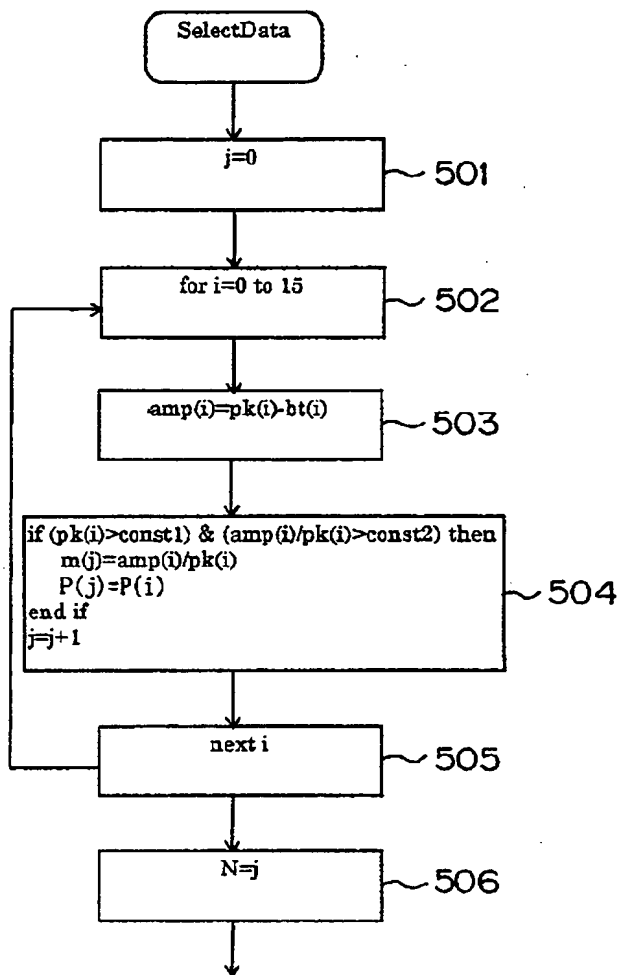
[Drawing 11]



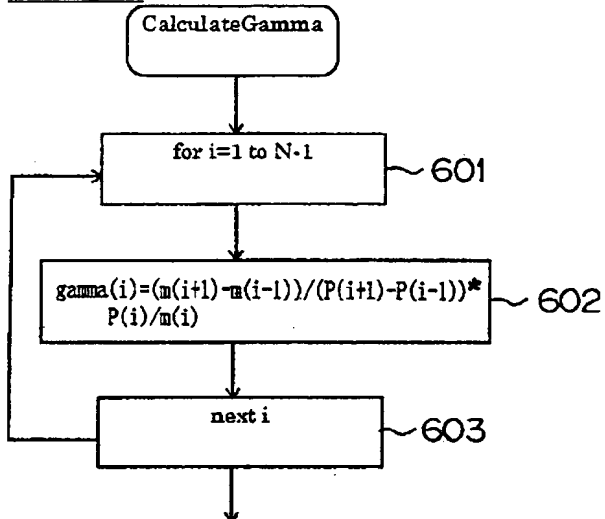
[Drawing 8]



[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The pattern which consists of the non-Records Department and the Records Department while changing the record power P serially to an optical information record medium is recorded the account of a test. Reproduce information from this pattern recorded the account of a test, and it acts as the monitor of the regenerative-signal amplitude m corresponding to the record power P . It is the variation gamma of m standardized by m corresponding to the P to the variation of P which is the optical information record playback approach of setting up the optimal record power from the relation between P and m , and was standardized by the P to each P
$$\text{gamma} = (\text{deltam}/m)/(\text{delta}P/P)$$

The optical information record playback approach characterized by calculating by the becoming formula, carrying out the approximation of function of the gamma to obtained P as a continuous function of P from two or more combination of gamma, and making into the optimal record power the value according to the root of P from which this continuous function serves as a predetermined value.

[Claim 2] The optical information record playback approach characterized by said m , the signal level corresponding to said non-Records Department of said regenerative signal, or these both removing the combination of m and P which becomes below a predetermined value, respectively from the object of said approximation of function in the optical information record playback approach according to claim 1.

[Claim 3] The pattern which consists of the non-Records Department and the Records Department while changing the record power P serially to an optical information record medium is recorded the account of a test. Reproduce information from this pattern recorded the account of a test, and it acts as the monitor of the regenerative-signal amplitude m corresponding to the record power P . It is the optical information record playback approach of setting up the optimal record power from the relation between P

and m , carries out each the approximation of function of the m to P as continuous-function [of P] $m(P)$ from two or more combination of measured m , and is the following (1) type $(dm/dP)*(P/m)=$ predetermined value... (1)

However, dm/dP is the optical information record playback approach characterized by making into the optimal record power the value according to the root P_{target} which fills the function which differentiated $m(P)$ by P .

[Claim 4] It is the optical information record playback approach characterized by carrying out the approximation of function of said $m(P)$ as a secondary type of m in the optical information record playback approach according to claim 3.

[Claim 5] The optical information record playback approach which makes said secondary type $a*P^2+b*P+c$ and is characterized by calculating the root of the aforementioned (1) formula and making the value according to this root into the optimal record power in the optical information record playback approach according to claim 4 from the multipliers a , b , and c and said predetermined value of this secondary type $a*P^2+b*P+c$.

[Claim 6] The optical information record playback approach characterized by said m , the signal level corresponding to said non-Records Department of said regenerative signal, or these both removing the combination of m and P which becomes below a predetermined value, respectively from the object of said approximation of function in the optical information record playback approach according to claim 3, 4, or 5.

[Claim 7] In the optical information record playback approach given in either to claims 1-6 When close [one] is in the range of P in which there are two or more said roots, and they were defined beforehand, It is the optical information record playback approach which makes the value according to the one root the optimal record power, and is characterized by not adopting the value according to which root as optimal record power, either when said close root is not in said range as for one or said two or more close root is in said range.

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical information record playback approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] The optical information record playback approach is indicated by JP,9-138946,A. This optical information record playback approach tends to solve the technical problem that the optimal record power cannot be set up under the effect of offset of the record signal amplitude m and the record power P . This optical information record playback approach records a pattern the account of a test, changing the record power P serially to an optical information record medium. Reproduce this and it acts as the monitor of the record signal amplitude m corresponding to the record power P . It asks for standardized dip $g(P)$ according to $g(P) = (\Delta m / m) / (\Delta P / P)$. Or it asks for $h(P)$ according to $h(P) = (\Delta m / m) / \Delta P$, and the optimal record power is determined and set up by evaluating the excess and deficiency of record power based on $g(P)$ or $h(P)$.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Above-mentioned JP,9-138946,A is not mentioned in the above-mentioned optical information record playback approach about the concrete technique of determining the optimal record power based on normalization dip [of the regenerative-signal amplitude m corresponding to record power] $g(P)$. As an example, $g(P)$ will look for the record power which becomes equal to the predetermined value G_t of the proper of the optical disk as an optical information record medium, and, as for this concrete technique, will determine the optimal record power based on P_t .

[0004] However, even if change the location on an optical disk, it specifically changes ten kinds of record power, it records a pattern and it calculates $g(P)$ to the amplitude of the regenerative signal from those locations, respectively, it is difficult to only obtain at most ten data and to search P_t from these. Moreover, it is expected by record sensibility dispersion of an optical disk, the defect, dust, the crack, dispersion of regenerative-signal measurement, etc. that ten $g(P)$ data vary. As for $g(P)$, it is unknown whether monotonicity (monotonous reduction or monotonous increment) is guaranteed. Therefore, the reliable optimal record power may be unable to be obtained by the above-mentioned optical information record playback approach, and it is

inconvenient.

[0005] Even if this invention has dispersion in the measured value of the regenerative-signal amplitude according to various causes, it aims at offering the optical information record playback approach that the exact optimal record power can be determined.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, invention concerning claim 1 The pattern which consists of the non-Records Department and the Records Department while changing the record power P serially to an optical information record medium is recorded the account of a test. Reproduce information from this pattern recorded the account of a test, and it acts as the monitor of the regenerative-signal amplitude m corresponding to the record power P. It is the variation gamma of m standardized by m corresponding to the P to the variation of P which is the optical information record playback approach of setting up the optimal record power from the relation between P and m, and was standardized by the P to each $P \text{ gamma} = (\text{deltam}/m)/(\text{delta}P/P)$

It is characterized by calculating by the becoming formula, carrying out the approximation of function of the gamma to obtained P as a continuous function of P from two or more combination of gamma, and making into the optimal record power the value according to the root of P from which this continuous function serves as a predetermined value.

[0007] Invention concerning claim 2 is characterized by said m, the signal level corresponding to said non-Records Department of said regenerative signal, or these both removing the combination of m and P which becomes below a predetermined value, respectively from the object of said approximation of function in the optical information record playback approach according to claim 1.

[0008] Invention concerning claim 3 records the pattern which consists of the non-Records Department and the Records Department while changing the record power P serially to an optical information record medium the account of a test. Reproduce information from this pattern recorded the account of a test, and it acts as the monitor of the regenerative-signal amplitude m corresponding to the record power P. It is the optical information record playback approach of setting up the optimal record power from the relation between P and m, carries out each the approximation of function of the m to P as continuous-function [of P] m (P) from two or more combination of measured m, and is the following (1) type $(dm/dP) \cdot (P/m) = \text{predetermined value... (1)}$

However, it is characterized by dm/dP making the value according to the root Ptarget

which fills the function which differentiated $m(P)$ by P the optimal record power.

[0009] Invention concerning claim 4 is characterized by carrying out the approximation of function of said $m(P)$ as a secondary type of m in the optical information record playback approach according to claim 3.

[0010] In the optical information record playback approach according to claim 4, invention concerning claim 5 makes said secondary type $a \cdot P^2 + b \cdot P + c$, from the multipliers a , b , and c and said predetermined value of this secondary type $a \cdot P^2 + b \cdot P + c$, calculates the root of the aforementioned (1) formula and is characterized by making the value according to this root into the optimal record power.

[0011] Invention concerning claim 6 is characterized by said m , the signal level corresponding to said non-Records Department of said regenerative signal, or these both removing the combination of m and P which becomes below a predetermined value, respectively from the object of said approximation of function in the optical information record playback approach according to claim 3, 4, or 5.

[0012] Invention concerning claim 7 is set to the optical information record playback approach given in either to claims 1-6. When close [one] is in the range of P in which there are two or more said roots, and they were defined beforehand, The value according to the one root is made into the optimal record power, and when said close root is not in said range as for one or said two or more close root is in said range, it is characterized by not adopting the value according to which root as optimal record power, either.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the 1st operation gestalt of the optical information record regenerative apparatus which applied this invention. This 1st operation gestalt is an operation gestalt of the optical information record regenerative apparatus which applied invention concerning claims 1, 2, 6, and 7. In drawing 1, 101 is an optical disk as an optical information record medium. Record of the data to the recording surface of an optical disk 101 and playback are performed by the light beam by which revolution actuation of this optical disk 101 was carried out by the rotary motor 102 as a revolution driving means, and outgoing radiation was carried out, the light source which is not illustrated, for example, the laser light source, in an optical pickup 104, being condensed by the recording surface of an optical disk 101 with an objective lens 103.

[0014] 109 is a light source control means which consists of a laser power control means which controls the power of the above-mentioned laser light source by the power command p from the controller 108 as a control means. This laser power control means 109 modulates the above-mentioned laser light source according to record data by the

pulse signal from a data modulation means which does not drive and illustrate the above-mentioned laser light source by the power (supply voltage) corresponding to the power command p from a controller 108.

[0015] An optical pickup 104 condenses the light beam by which outgoing radiation was carried out from the laser light source to the recording surface of an optical disk 101 with an objective lens 103, and acquires the data signal according to the reflected light from the recording surface of an optical disk 101 by receiving and carrying out photo electric translation of the reflected light from the recording surface of an optical disk 101 by the light sensing portion. This data signal is amplified by the RF detector 105, and the peak level of that upside is detected by the peak detector (P/H) 106 as a peak level detection means.

[0016] Moreover, the peak level (bottom level) of the bottom is detected by the bottom product detector (B/H) 107 as a bottom level detection means, and, as for the data signal from the RF detector 105, the output signal pk of the peak detector 106 and the output signal bt of the bottom product detector 107 are inputted into a controller 108. A controller 108 is a common microcomputer and consists of CPU, Program ROM, a data RAM, an A/D converter, a D/A converter, etc. With an A/D converter, a controller 108 carries out A/D conversion of the output signal pk of the peak detector 106, and the output signal bt of the bottom product detector 107, incorporates them, carries out D/A conversion of the power command p with a D/A converter, and outputs it to the laser power control means 109.

[0017] Drawing 2 shows the algorithm of this operation gestalt. Henceforth, the following notations may be used for a operator notation.

[0018] * :multiplication/: while a controller 108 changes serially the power command p to the laser power control means 109 at the square root step 201 of division $\sqrt{x}:x$, make the pattern to which the laser power control means 109 becomes irregular according to the data of the pattern which consists a laser light source of the non-Records Department and the Records Department by the pulse signal from a data modulation means, and becomes a predetermined field on an optical disk 101 from the non-Records Department and the Records Department by the optical pickup 104 record the account of a test. The predetermined field may be called power proofreading area (PCA:Power Calibration Area).

[0019] In this case, a controller 108 changes 0.5mW (record power) of power P of a laser light source at a time from 4mW to 11mW by the power command p, and makes data record on the predetermined field on an optical disk 101 15 times. However, data are made to record on the range of the power P of this laser light source, and which field on

a unit or an optical disk 101, or ** is a selection matter on a design.

[0020] Next, at step 202, an optical pickup 104 reproduces data from the field which made data record at step 201 on an optical disk 101, the data signal from an optical pickup 104 is amplified by the RF detector 105, and a peak level pk and a bottom level bt are detected by the peak detector 106 and the bottom product detector 107, respectively. The relation between these P pairs of record power peak level pk and a bottom level bt becomes as it is shown in the table shown in drawing 3 .

[0021] In the table of drawing 3 , although P corresponds per 0.1mW (namely, 40 4.0mW), these unit conversion are the matters on a design. Moreover, although pk and bt are non-units, this is also a matter on a design, for example, they are good also as a 0.01v unit etc. i is an index. When the relation of the record power P (Power) pair peak level pk and bottom level bt which are shown in drawing 3 is plotted, it comes to be shown in drawing 4 R> 4.

[0022] Next, step 203 reflects invention concerning claims 2 and 6. Here, in the table of drawing 3 , a controller 108 eliminates data lower than a predetermined value about pk from the peak detector 106, and chooses the thing beyond a predetermined value. In quest of /pk, data lower than a predetermined value are eliminated about these (pk-bt) /pk(s), respectively (pk-bt) from each combination (a data signal is the same and i is the same things) of bt from pk and the bottom product detector 107 from the peak detector 106. The thing beyond a predetermined value is chosen.

[0023] For example, if the predetermined value over pk is made into the threshold of 100, the data of i= 8 will be eliminated in the table of drawing 3 . This has a defect, a crack, etc. on an optical disk 101, and the playback data level of the location eliminates unstable data, and it is effective in raising next count and the dependability of a judgment. Moreover, (pk-bt)/pk calls it a modulation factor m. Since he wants to remove the effect of the reflection factor of an optical disk 101 itself although the playback data amplitude is evaluated, it is m which standardized the playback data amplitude (pk-bt) with the peak level pk of playback data, and it evaluates the playback data amplitude by m henceforth to it. The result of having calculated the modulation factor by having eliminated outlying observation (data of i= 8) comes to be shown in the table of drawing 5 . Here, the data number N is set to 14.

[0024] Next, a controller 108 calculates normalization dip $\gamma = (\Delta m / \Delta p) \cdot (p/m)$ of m corresponding to the record power P from the table of drawing 5 at step 204. On a actual target, a controller 108 asks for dip from m of eye watch (i-1), and m of eye watch (i+1), and standardizes i-th gamma by the i-th. This is because count with more exact making it the symmetry to the i-th data can be performed.

[0025] It is set to $\gamma(i) = (m(i+1) - m(i-1)) / (p(i+1) - p(i-1)) * p(i) / m(i)$ as that formula, and a controller 108 performs this count. Here, since the 0th and Nth gamma are incalculable by the top formula, it throws away, and the data number N is set to 12. Data become as it is shown in the table shown in drawing 6.

[0026] Next, at step 205, a controller 108 is setting P (i) to x (i) and setting to y (i) gamma-Gt (however, predetermined value from which Gt's serves as a target of gamma) as approximation-of-function data, and approximates a continuous function from P (i), gamma, and Gt. Since he wants to ask for P (i) used as gamma=Gt, in order to ask for P (i) used as gamma-Gt=0, the approximation of function of gamma-Gt is carried out.

[0027] Next, at step 206, a controller 108 approximates y as secondary type $y = a*x^2 + b*x + c$ of x by secondary recursion count from x (i), and y (i) and (the 12 data numbers), and asks for the multipliers a, b, and c. It is P for which $a*x^2 + b*x + c = 0$ asks here.

[0028] Next, controllers 108 are the roots Pp and Pm of above-mentioned secondary type $y = a*x^2 + b*x + c$ at step 207. $Pp = -b + \sqrt{b^2 - 4*a*c} / (2*a)$

$Pm = -b - \sqrt{b^2 - 4*a*c} / (2*a)$

It calculates by the becoming formula. The number of the roots of a secondary type is two.

[0029] Next, in quest of the method of the right, Pt (record power P used as gamma=Gt) is used for a controller 108 for this between two roots Pp and Pm at step 208. Here, a controller 108 among the power range R1-R2 appointed beforehand Pp, When only one of Pm is in close, one of these is adopted as Pt and both Pp and Pm are between R1-R2 as for close, and when both Pp and Pm are between R1-R2 as for close, it considers as an error (the power for which it asks did not exist). This corresponds to invention concerning claim 7.

[0030] The above-mentioned error is generated by an optical disk 101 being able to be an inaccurate optical disk, or a certain poor hardware being unable to occur, or a big crack etc. being in PCA on an optical disk 101, and a pattern not being correctly recorded on PCA on an optical disk 101 etc. In such a case, a retry is carried out from step 201, fixed power is adopted as record power, an optical disk 101 is discharged as a defect, or various cures can be considered. Anyway, inaccurate record power is not adopted by decision of step 208, but there is much effectiveness, such as good record, and protection of a laser light source, protection of optical disk 101 record film.

[0031] In this operation gestalt, drawing 7 shows signs that the power P0 equivalent to this can be found, when referred to as gamma=Gt=1.3. The measured-value plot of gamma has dispersion considerably, and if it remains as it is, the right power P0 cannot

be found. Dispersion in power is suppressed by setting power used as $\gamma = Gt = 1.3$ to P_0 with the curve (a) which approximated secondary γ .

[0032] This 1st operation gestalt is an operation gestalt of the optical information record regenerative apparatus which applied invention concerning claim 1. The pattern which consists of the non-Records Department and the Records Department while changing the record power P serially to the optical disk 101 as an optical information record medium is recorded the account of a test. In the optical information record regenerative apparatus which reproduces information from this pattern recorded the account of a test, acts as the monitor of the regenerative-signal amplitude m corresponding to the record power P , and sets up the optimal record power from the relation between P and m . It is the variation γ of m standardized by m corresponding to the P to the variation of P standardized by the P to each P $\gamma = (\Delta m / m) / (\Delta P / P)$.

Since it calculates by the becoming formula, the approximation of function of the γ is carried out to obtained P as a continuous function of P from two or more combination of γ and the value according to the root of P from which this continuous function serves as a predetermined value is made into the optimal record power, even if the measurement data of the regenerative-signal amplitude varies by record sensibility dispersion, a defect, dust, regenerative-signal measurement dispersion, etc. of an optical disk, the exact optimal record power is obtained. Moreover, by the approximation of function, the data of the small number can determine the optimal record power, and test chart lasting time and the averaging time of the regenerative-signal amplitude can be shortened.

[0033] Moreover, it sets to the optical information record regenerative apparatus which this 1st operation gestalt is an operation gestalt of the optical information record regenerative apparatus which applied invention concerning claim 2, and applied the optical information record playback approach according to claim 1. Since said m , the signal level corresponding to said non-Records Department of said regenerative signal, or these both remove the combination of m and P which becomes below a predetermined value, respectively from the object of said approximation of function. There are a defect on an optical disk, dust, a crack, etc., even if dependability is missing at the regenerative signal of a test signal recorded on the location, the data can be eliminated and calculated and the optimal record power can be obtained more to accuracy.

[0034] Next, the 2nd operation gestalt of the optical information record regenerative apparatus which applied this invention is explained. This 2nd operation gestalt is an operation gestalt of the optical information record regenerative apparatus which applied invention concerning claims 3-7. The background of this 2nd operation gestalt is

being in the inclination the normalization dip's gamma amplifying the effect of measurement dispersion of the playback data amplitude m, regenerative-signal amplitude dispersion by record sensibility dispersion on an optical disk 101, etc., as shown in drawing 7 .

[0035] Since an amount called gamma is based on the amount which differentiated the regenerative-signal amplitude m by the record power P for this, it originates in that a noise surely tends to be amplified. Even if it sees drawing 7 , compared with dispersion in m, it turns out that the dispersion in gamma is quite larger. In having carried out based on such gamma and having determined the optimal record power, there is concern which cannot suppress dispersion in the optimal record power however it may carry out the approximation of function. Then, the 2nd operation gestalt carries out the approximation of function of the m instead of gamma.

[0036] With the 2nd operation gestalt, the algorithm shown in drawing 8 instead of the algorithm shown in drawing 2 is performed in the operation gestalt of the above 1st. Steps 701-703 are the same as the above-mentioned steps 201-203. At step 704, a controller 108 is setting x (i) used as an approximation-of-function object to P (i), and setting y (i) to m (i), and approximates a continuous function from P (i) and m (i). According to drawing 5 , the data number is 14 pieces.

[0037] Next, at step 705, a controller 108 approximates y as secondary type $y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ of x by secondary recursion count from x (i) and y (i), and asks for the multipliers a, b, and c. Next, a controller 108 is $P_p = (-b \cdot (G_t - 1) + \sqrt{b^2 \cdot (G_t - 1)^2 - 4 \cdot a \cdot (G_t - 2) \cdot c \cdot G_t}) / 2 \cdot a \cdot (G_t - 2) \dots (1a)$ at step 706.

$P_m = (-b \cdot (G_t - 1) - \sqrt{b^2 \cdot (G_t - 1)^2 - 4 \cdot a \cdot (G_t - 2) \cdot c \cdot G_t}) / 2 \cdot a \cdot (G_t - 2) \dots (1b)$

The becoming formula is calculated. Although later mentioned about the logical background of this formula, this one of P_p and P_m is the power P_t for which it asks, i.e., the power used as $\gamma = G_t$.

[0038] Next, in quest of the method of the right (record power P used as $\gamma = G_t$), this is used for a controller 108 as P_t between two roots P_p and P_m like step 208 at step 707. Here, a controller 108 among the power range R_1 - R_2 appointed beforehand P_p , When only one of P_m is in close, one of these is adopted as P_t and both P_p and P_m are between R_1 - R_2 as for close, and when both P_p and P_m are between R_1 - R_2 as for close, it considers as an error (the power for which it asks did not exist). This corresponds to invention concerning claim 7.

[0039] Here, the theoretical background for which a top type (1a) (1b) is materialized is described. The power P_t from which normalization dip $\gamma = (dm/dp) \cdot (p/m)$ serves as $\gamma = G_t$ (G_t is the predetermined value of optical disk 101 proper) wants to ask.

Then, $\gamma = (dm/dp) \cdot (p/m) = G_t$ is analytically calculated noting that m is secondary type $m = a \cdot P^2 + b \cdot P + c$ of P . Since dm/dP is the differential of P , it is $dm/dP = 2 \cdot a \cdot P + b$. Therefore, $\gamma = (2 \cdot a \cdot P + b) \cdot (P / (a \cdot P^2 + b \cdot P + c)) = G_t \dots (2)$

It becomes.

[0040] If a formula (2) is calculated further, $a \cdot (G_t - 2) \cdot P^2 + b \cdot (G_t - 1) \cdot P + c \cdot G_t = 0$ will be obtained. The root of this formula serves as a formula (1a) (1b). In other words, a formula (1a) (1b) is a formula which carries out the approximation of function of the regenerative-signal amplitude m as a secondary type of the record power P , and asks for the power P to which normalization dip $\gamma = (dm/dP) \cdot (P/m)$ of m becomes equal to the predetermined value G_t from this formula.

[0041] The algorithm of this 2nd operation gestalt does not calculate the normalization dip γ directly, but since it asks for the target power P_t only from the multiplier which carried out the approximation of function of the amplitude m , it can suppress small dispersion produced when γ is calculated. Drawing 9 shows the curve (b) which plotted γ by the formula (2) using the multipliers a , b , and c which approximated secondary $m(P)$ like the 2nd operation gestalt. In drawing 9, the curve (c) of what approximated secondary plotted m , and (a) is the same as that of the 1st operation gestalt, and what approximated secondary γ for which the straight line was asked from m is shown.

[0042] When desired value G_t of γ is set to 1.3, the power P_t (P_m or P_p) calculated from a formula (1a) (1b) is set to P_{0b} , and becomes a different value from P_{0a} calculated with the 1st operation gestalt. This is what the curve (a) approximated from the plot of γ , and since it has calculated γ from what the curve (b) approximated from the plot of m (curve (c)) compared with having reflected dispersion in γ , it is because the effect of dispersion is small.

[0043] This 2nd operation gestalt is an operation gestalt of the optical information record regenerative apparatus which applied invention concerning claim 3. The pattern which consists of the non-Records Department and the Records Department while changing the record power P serially to the optical disk 101 as an optical information record medium is recorded the account of a test. Reproduce information from this pattern recorded the account of a test, and it acts as the monitor of the regenerative-signal amplitude m corresponding to the record power P . It is the optical information record regenerative apparatus which applied the optical information record playback approach of setting up the optimal record power from the relation between P and m . From two or more combination of measured m , it carries out each the approximation of function of the m to P as continuous-function [of P] $m(P)$, and is the

following (1) type $(dm/dP)*(P/m) = \text{predetermined value} \dots (1)$

However, since dm/dP makes the value according to the root P_{target} (P_m or P_p) which fills the function which differentiated $m(P)$ by P the optimal record power Measurement dispersion is not amplified like [in the case of P_{target} being calculated and asking for normalization dip from measured m from the result of having carried out the approximation of function of the m first,], and the optimal record power can be obtained more to accuracy to measurement dispersion of the regenerative-signal amplitude.

[0044] Moreover, in the optical information record regenerative apparatus which the 2nd operation gestalt is an operation gestalt of the optical information record regenerative apparatus which applied invention concerning claim 4, and applied the optical information record playback approach according to claim 3, since the approximation of function of said $m(P)$ is carried out as a secondary type of m , it is easy to calculate and is made as for it to low cost. Moreover, since computation time is also early, the averaging time of a test and the regenerative-signal amplitude can be shortened.

[0045] Moreover, it sets to the optical information record regenerative apparatus which the 2nd operation gestalt is an operation gestalt of the optical information record regenerative apparatus which applied invention concerning claim 5, and applied the optical information record playback approach according to claim 4. Since said secondary type is made into $a*P^2+b*P+c$, the root of the aforementioned (1) formula is calculated and the value according to this root is made into the optimal record power from the multipliers a , b , and c and said predetermined value of this secondary type $a*P^2+b*P+c$. Without calculating the normalization dip γ itself, the optimal record power is directly calculable, processing becomes simple, it is made to low cost and the processing time also becomes early.

[0046] Moreover, it sets to the optical information record regenerative apparatus which the 2nd operation gestalt is an operation gestalt of the optical information record regenerative apparatus which applied invention concerning claim 6, and applied the optical information record playback approach according to claim 3, 4, or 5. Since said m , the signal level corresponding to said non-Records Department of said regenerative signal, or these both remove the combination of m and P which becomes below a predetermined value, respectively from the object of said approximation of function. There are a defect on an optical disk, dust, a crack, etc., even if dependability is missing at the regenerative signal of a test signal recorded on the location, the data will be eliminated and calculated and the optimal record power can be obtained more to

accuracy.

[0047] Moreover, the 1st operation gestalt and the 2nd operation gestalt In the optical information record regenerative apparatus which is the operation gestalt of the optical information record regenerative apparatus which applied invention concerning claim 7, and applied the optical information record playback approach of a publication to either to claims 1-6 When close [one] is in the range of P in which there are two or more said roots, and they were defined beforehand, When the value according to the one root is made into the optimal record power, and, as for close, said root of one is not in said range or said two or more close root is in said range since the value according to which root was not adopted as optimal record power, either, there are an inaccurate optical disk, a big crack in a certain poor hardware and PCA area, etc., and it was not able to record correctly, even if there is nonconformity which cannot expect ** Inaccurate record power is not adopted but there is much effectiveness, such as good record, and protection of a laser light source, protection of optical disk record film.

[0048] Next, concrete processing of steps 201, 201, 203, and 204 of above-mentioned drawing 2 is explained. Supposing drawing 10 is the example of processing of step 201 and, as for close, its P of drawing 3 is in P (i) and (i= 0...14) as a record power value While a controller 108 changes serially the power command p to the laser power control means 109 and changes P serially from No. 0 to No. 14 The laser power control means 109 by the pulse signal from a data modulation means The pattern which consists of the non-Records Department and the Records Department is written in the location sector (i) where a laser light source is modulated according to the data of the pattern which consists of the non-Records Department and the Records Department, and it changes on an optical disk 101 with optical pickups 104.

[0049] Drawing 11 is the example of processing of step 202, the location sector (i) where the controller 108 wrote in the pattern on an optical disk 101 at step 201 is searched one by one (Seek), a pattern is reproduced by the optical pickup 104, the peak data pk and the bottom product data bt of a regenerative signal from each location are measured by the peak detector 106 and the bottom product detector 107, and a controller 108 stores this in memory as pk (i) and bt (i). This serves as a table of drawing 3 .

[0050] Drawing 12 is the example of processing of step 203. a controller 108 -- the table of drawing 3 -- referring to -- the data from the 0th to the 14th -- receiving -- amplitude $\text{amp}(i) = \text{pk}(i)$ - it is referred to as bt (i), and it is larger than the predetermined value const1, and pk (i) adopts the combination of m and p, only when $\text{browning furniture } m = \text{amp}/\text{pk}$ is larger than the predetermined value const2. In other words, the data which are not so are eliminated. j is an index which packs the sequence in the table of

the adopted data sequentially from 0. Consequently, the table of drawing 5 can be done. [0051] Drawing 13 is the example of processing of step 204, and a controller 108 calculates normalization dip except for the 0th (head) of the table of drawing 5, and the Nth (the last). Consequently, the table of drawing 6 can be done. In addition, in the above-mentioned operation gestalt, various deformation is possible for various predetermined values, such as numerical examples, such as a table of drawing 3, and Gt, a concrete formula, etc. within the limits of invention which is not limited to the above-mentioned thing and relates to each claim.

[0052] As for the power P_t for which it asked with the operation gestalt of the above 1st, and the 2nd operation gestalt, it may be desirable to multiply P_t by the constant ρ of an optical disk proper rather than to use as optimal record power as it is, and to make $P_t \cdot \rho$ into the optimal record power. Thus, the selection matter on an equipment design modifies the optimal record power by an operation etc. from P_t . The range of this invention is to make the value according to P_t into the optimal record power.

[0053]

[Effect of the Invention] According to invention which relates to claim 1 as mentioned above, the pattern which consists of the non-Records Department and the Records Department while changing the record power P serially to an optical information record medium is recorded the account of a test. Reproduce information from this pattern recorded the account of a test, and it acts as the monitor of the regenerative-signal amplitude m corresponding to the record power P . It is the variation γ of m standardized by m corresponding to the P to the variation of P which is the optical information record playback approach of setting up the optimal record power from the relation between P and m , and was standardized by the P to each P
$$\gamma = (\Delta m / m) / (\Delta P / P)$$

Since it calculates by the becoming formula, the approximation of function of the γ is carried out to obtained P as a continuous function of P from two or more combination of γ and the value according to the root of P from which this continuous function serves as a predetermined value is made into the optimal record power, even if the measurement data of the regenerative-signal amplitude varies by record sensibility dispersion, a defect, dust, regenerative-signal measurement dispersion, etc. of an optical disk, the exact optimal record power is obtained. Moreover, by the approximation of function, the data of the small number can determine the optimal record power, and test chart lasting time and the averaging time of the regenerative-signal amplitude can be shortened.

[0054] According to invention concerning claim 2, it sets to the optical information

record playback approach according to claim 1. Since said m , the signal level corresponding to said non-Records Department of said regenerative signal, or these both remove the combination of m and P which becomes below a predetermined value, respectively from the object of said approximation of function There are a defect on an optical disk, dust, a crack, etc., even if dependability is missing at the regenerative signal of a test signal recorded on the location, the data can be eliminated and calculated and the optimal record power can be obtained more to accuracy.

[0055] According to invention concerning claim 3, the pattern which consists of the non-Records Department and the Records Department while changing the record power P serially to an optical information record medium is recorded the account of a test. Reproduce information from this pattern recorded the account of a test, and it acts as the monitor of the regenerative-signal amplitude m corresponding to the record power P . It is the optical information record playback approach of setting up the optimal record power from the relation between P and m , carries out each the approximation of function of the m to P as continuous-function [of P] $m(P)$ from two or more combination of measured m , and is the following (1) type $(dm/dP) \cdot (P/m) = \text{predetermined value} \dots (1)$ However, since dm/dP makes the value according to the root P_{target} which fills the function which differentiated $m(P)$ by P the optimal record power, measurement dispersion is not amplified like [in the case of P_{target} being calculated and asking for normalization dip from measured m from the result of having carried out the approximation of function of the m first,], and the optimal record power can be obtained more to accuracy to measurement dispersion of the regenerative-signal amplitude.

[0056] According to invention concerning claim 4, in the optical information record playback approach according to claim 3, since the approximation of function of said $m(P)$ is carried out as a secondary type of m , it is easy to calculate and is made as for it to low cost. Moreover, since computation time is also early, the averaging time of a test and the regenerative-signal amplitude can be shortened.

[0057] According to invention concerning claim 5, it sets to the optical information record playback approach according to claim 4. Since said secondary type is made into $a \cdot P^2 + b \cdot P + c$, the root of the aforementioned (1) formula is calculated and the value according to this root is made into the optimal record power from the multipliers a , b , and c and said predetermined value of this secondary type $a \cdot P^2 + b \cdot P + c$ Without calculating the normalization dip γ itself, the optimal record power is directly calculable, processing becomes simple, it is made to low cost and the processing time also becomes early.

[0058] According to invention concerning claim 6, it sets to the optical information

record playback approach according to claim 3, 4, or 5. Since said m, the signal level corresponding to said non-Records Department of said regenerative signal, or these both remove the combination of m and P which becomes below a predetermined value, respectively from the object of said approximation of function There are a defect on an optical disk, dust, a crack, etc., even if dependability is missing at the regenerative signal of a test signal recorded on the location, the data will be eliminated and calculated and the optimal record power can be obtained more to accuracy.

[0059] According to invention concerning claim 7, it sets to the optical information record playback approach given in either to claims 1-6. When close [one] is in the range of P in which there are two or more said roots, and they were defined beforehand, When the value according to the one root is made into the optimal record power, and, as for close, said root of one is not in said range or said two or more close root is in said range since the value according to which root was not adopted as optimal record power, either, there are an inaccurate optical disk, a big crack in a certain poor hardware and PCA area, etc., and it was not able to record correctly, even if there is nonconformity which cannot expect ** Inaccurate record power is not adopted but there is much effectiveness, such as good record, and protection of a laser light source, protection of optical disk record film.

[Translation done.]

The following is an English translation of the claims of Japanese Laid-Open Patent Application No. 11-134691 (which is referred to as JP 11-134691).

Claims of JP 11-134691

1. An optical information recording/reproducing method which includes:

performing a test writing in which writing a pattern of marks and spaces to an optical storage medium with a recording power p is repeated by sequentially changing the recording power p with increments of a predetermined power;

performing a test reading in which reading the pattern from the storage medium is repeated, so that data signals are reproduced from the respective patterns on the storage medium;

calculating a modulation parameter m for each of the reproduced data signals, each modulation parameter corresponding to one of the respective recording powers; and

determining an optimum recording power based on a relationship between the modulation parameters and the respective recording powers,

characterized in that the method comprises:

calculating a $\gamma = (\Delta m/m)/(\Delta p/p)$ for each of the pairs of the modulation parameter m and the recording power p , the γ defining a ratio of a change of the modulation parameter m , normalized by a modulation parameter value, to a change of the recording power p ,

- 2 -

normalized by a recording power value;

approximating the modulation parameter to a continuous function $m(p)$ of the recording power p based a relationship between the calculated gammas and the respective recording powers; and

finding a target recording power corresponding to the optimum recording power based on the continuation function of p obtained, the target recording power causing a value of the function to be equal to zero.

2. The optical information recording/reproducing method of claim 1 characterized in that a pair of the modulation parameter m and the recording power p is omitted from the approximation of the modulation parameter if both or either of values of the modulation parameter m and recording power p of the pair is less than a predetermined value.

3. An optical information recording/reproducing method which includes:

performing a test writing in which writing a pattern of marks and spaces to an optical storage medium with a recording power p is repeated by sequentially changing the recording power p with increments of a predetermined power;

performing a test reading in which reading the pattern from the storage medium is repeated, so that data signals are reproduced from the respective patterns on the storage medium;

calculating a modulation parameter m for each of the reproduced data signals, each modulation parameter corresponding to one of the respective recording powers; and

determining an optimum recording power based on a relationship between the modulation parameters and the respective recording powers,
characterized in that the method comprises:

calculating a $\gamma = (\Delta m/m)/(\Delta p/p)$ for each of the pairs of the modulation parameter m and the recording power p , the γ defining a ratio of a change of the modulation parameter m , normalized by a modulation parameter value, to a change of the recording power p , normalized by a recording power value;

approximating the modulation parameter to a continuous function $m(p)$ of the recording power p based on the pairs of the modulation parameter m and the recording power p ; and

finding a target recording power corresponding to the optimum recording power, based on a derivative function (dm/dp) of the function $m(p)$ with respect to the recording power p , the target recording power being a root which causes a value of $(dm/dp) * (p/m)$ to be equal to a predetermined value.

4. The optical information recording/reproducing method of claim 3 characterized in that the continuous function $m(p)$ is a quadratic formula of m and used in the approximation of the modulation parameter.

5. The optical information recording/reproducing method of claim 3 or 4 characterized in that the quadratic formula is expressed by the formula $a*p^2 + b*p + c$, and the root which causes the value of $(dm/dp) * (p/m)$ to be equal to the predetermined value is calculated based the coefficients a , b , and c and the predetermined value, and the value

corresponding to the root is determined as the optimum recording power.

6. The optical information recording/reproducing method of any of claims 3, 4 and 5 characterized in that a pair of the modulation parameter m and the recording power p is omitted from the approximation of the modulation parameter if both or either of values of the modulation parameter m and recording power p of the pair is less than a predetermined value.

7. The optical information recording/reproducing method of any of claims 1 to 6 characterized in that when a plurality of roots are found and only one of the plurality of roots falls within a predetermined range of the p , the value corresponding to said one of the plurality of roots is determined as being the optimum recording power, and when none of the plurality of roots does not fall within the predetermined range of the p or two or more of the plurality of roots fall within the predetermined range of the p , the values corresponding to the plurality of roots are not adopted as the optimum recording power.